

bre se pone ardiente y llegando su temperatura á unos 300° empieza á encenderse. Entónces se le vé; el alambre candente es visible. Cabe dentro de lo imaginable que para otros ojos el metal luzca suficientemente para ser visible en la oscuridad á los 20°. Tal ojo vería las noches de verano magníficamente alumbradas, y en la profundidad de la tierra las piedras brillarian con el ígneo resplandor de la lava reciente. Los ojos humanos son torpes para esto, no distinguen en la oscuridad los objetos calientes de los fríos, miéntras las vibraciones de los primeros no sean tan enérgicas que los cuerpos parezcan más claros que lo negro del ojo; mas no es imposible, aunque difícil de comprobar, que los animales nocturnos y los crepusculares vean luminoso aquel alambre mucho ántes que lo ve el hombre.

Con respecto al oído hay que hacer una restriccion parecida, si bien no la hacen aún todos los fisiólogos. En la quietud apagada, en pleno goce de aquel estado que se llama el silencio, se tiene sin embargo una sensacion acústica, y ciertamente la más débil que puede ocurrir en la vida despierta. Las delicadas terminaciones de los nervios auditivos flotan en un líquido que se halla en inmediata vecindad del caliente torrente sanguíneo, de modo que experimentan constantemente una excitacion débil que es precisamente la que da la sensacion del silencio. Todo cuanto se oye, se oye cabalmente porque es más recio que aquel ruido *entótico* ó intraauricular constante. Como esta excitacion existe siempre, nos induce fácilmente á echarla en olvido y creer que el silencio no es una sensacion, sino, al contrario, la falta de toda sensacion; pues es una regla general que no se hace caso de lo que se nota perpetuamente, de lo á que nos hemos acostumbrado, sino tan solo de la variacion. Mas para demostrar irrefutablemente que la quietud más tranquila es una verdadera sensacion, basta hacerse cargo del hecho que tal estado no es siempre absolutamente idéntico. *El silencio se oye.* Cuando reina una quietud perfecta, parece á veces que unos tonos agudos, bajísimos, unísonamente continuos, resuenan en el oído, miéntras que otras veces se percibe además y con mayor claridad un ruido muy bajito continuo. Tapándonos los oídos con la palma de la mano, percibimos como tono gravísimo el latido del pulso en todas sus fases y la contraccion muscular. Mas aún sin necesidad de taparnos el oído, una atenta observacion propia nos revela otros fenómenos acústicos en el interior del oído, que toman creces en el estado de enfermedad y conviene distinguir bien de la sensacion del silencio, pues corresponden á las chispas entópticas, á la niebla luminosa, á los fosfenos del ojo cerrado y comprimido, miéntras que la sensacion pura de silencio corresponde á la oscuridad completa, á lo negro puro del ojo. Así como la oscuridad es el resultado de la disminucion de la claridad de

un color ó del blanco, asimismo el silencio es el resultado del decrecimiento de la intensidad de los sonidos ó ruidos.

Si se trata, pues, de determinar la fuerza del sonido más bajo todavía *oidero*, se le encontrará naturalmente más alto que el ruido intraauricular constante. Poca importancia pueden tener los experimentos que se han hecho con globulillos de corcho, dejándolos caer de poca altura sobre láminas de cristal cerca del oído y escuchando el ruido que hicieren. Y el que á una distancia de diez metros no deja de percibir el tictac de su reloj, ó en alta mar una voz humana á dos leguas, ó el estampido de un disparo de cañón á veinte leguas, no sabe con todo esto cuan bajo es el ruido más bajo todavía perceptible. Para resolver este problema habría que proceder con más exactitud asimilando primero el ruido que se quiere observar al ruido entótico constante.

Tambien el sentido del tacto, como el de la vista y el del oído, se halla en actividad constante, aunque no siempre percibimos sensaciones de tacto. No solamente el contacto continuo de la piel con el aire y los vestidos es un motivo perpetuo de excitacion para las terminaciones de los nervios táctiles, sino que la piel misma tiene una tension propia dependiente sobre todo de la cantidad y temperatura de la sangre que la atraviesa. Esta sola circunstancia debe producir cierta sensacion de presion ó de distincion que permanece desapercibida miéntras conserva el mismo grado de intensidad. Al punto que varía por el contacto, sin ó con cambio de temperatura, la sensacion se manifiesta. Es claro, pues, que todos los experimentos para determinar la intensidad del contacto más suave, se reducen á descubrir cuánto más fuerte que la sensacion ordinaria de la piel sana debe ser la sensacion de contacto más débil. Se ha encontrado que unos palillos cortados de médula de saúco colocados sobre la frente producen una sensacion de contacto apenas perceptible cuando llegan á pesar dos miligramos; en el brazo el doble peso no provoca aún una sensacion de contacto, siendo todavía mayor el peso necesario para ser percibido en los demas puntos de la superficie cutánea, hasta llegar á un gramo el peso menor perceptible sobre la uña del dedo. Si cerramos los ojos y dejamos caer sobre la palma de la mano un pedacito de papel de ménos de cinco miligramos de peso, no lo notamos, como no percibimos el polvo que se deposita sobre nuestro cuerpo, porque la tension ordinaria de nuestra piel es demasiado grande para ceder á pesos tan mínimos.

Con respecto al gusto y al olfato existen condiciones análogas. La sal contenida en los líquidos de la boca provoca siempre una débil excitacion gustativa, debiéndose tener presente, cuando se quiere examinar la delicadeza del gusto y del olfato, que ya ántes del exámen los nervios gustativos y los olfato-

rios son calientes y se hallan solicitados por el movimiento de la sangre que los nutre. A la sensacion consiguiente nos hemos habituado de modo que no la notamos y calificamos de insípidos é inodoros los cuerpos que no producen una sensacion más intensa que aquélla.

Resulta, pues, en resúmen, que el ojo no percibe las cosas más oscuras que el fondo del ojo; el oído no distingue el sonido más bajo que el sonido intra-auricular; la piel no siente los cuerpos que hacen ménos presion que la piel misma, y lo que no excita las terminaciones nerviosas olfatorias y gustativas más enérgicamente que su ambiente ordinario, no es percibido por estos nervios.

Con esto tenemos un límite definido, insalvable, porque fundado en la organizacion misma, de la percepcion directa por medio de los sentidos, el límite inferior da la energía de toda sensacion. No es ménos fácil establecer un límite superior general aunque no sea expresable en números concretos. Si la luz del sol meridiano de un día desnublado de verano penetra directamente en el ojo aunque por corto rato, destruye rápidamente la expansion terminal del nervio óptico; se sabe, en efecto, que Galilei echó á perder sus ojos contemplando con excesiva insistencia las manchas solares. La luz eléctrica mirada de cerca es demasiado intensa y deslumbradora para los ojos humanos. Sabido es que una sola detonacion fuerte puede producir la sordera completa, que un choque ó una contusion, destruyendo la piel, hace imposible toda sensacion de tacto. El que quisiese catar aceite de vitriolo (ácido sulfúrico) ú oler gases cáusticos concentrados, acabaría pronto con los sentidos respectivos embotando ó aniquilando los nervios correspondientes. En todos los sentidos la excitacion nerviosa alcanza fácilmente una intensidad en que se presentan el dolor, el embotamiento, la destruccion del órgano. El que es deslumbrado por una luz demasiado viva ó sorprendido en inmediata proximidad por el penetrante silbido de la locomotora, siente dolor asimismo como un herido de pinchazo. La destruccion del nervio va siempre precedida de un exceso de excitacion.

Toda sensacion mediada por los sentidos tiene, pues, en cuanto al grado de su intensidad, un límite superior no ménos que inferior, y si bien es dable acercarse á este límite impunemente á beneficio de precauciones y de instrumentos, es empero absolutamente imposible salvarle, porque ninguna clase de sensacion puede crecer en intensidad más allá de cierto grado sin perjuicio para los nervios.

Podría uno pensarse que dentro del confin de estos límites establecidos por la naturaleza de los órganos, la percepcion de *diferencias* debía ser infinita. La experiencia enseña que no es así, sino que existe una particularidad de

la percepcion sensitiva que puede tener su utilidad práctica, pero no deja de ser un inconveniente, á fuer de fuente de error, en la investigación de los fenómenos naturales.

Con respecto á la luz, resulta de muchísimos experimentos que aún los ojos más agudos y más ejercitados, en las circunstancias más favorables no son capaces de distinguir si de dos candiles uno es de $\frac{1}{1000}$ más claro ó más oscuro que el otro. Solo con $\frac{1}{100}$ resulta distinguible una diferencia de claridad y aún para la luz amarilla, miéntras que para la luz de día en circunstancias ordinarias la diferencia empieza á notarse con $\frac{1}{100}$ ó $\frac{1}{10}$. Curiosa es la observacion que se ha hecho en estos experimentos, sobre la capacidad perceptiva, que no importa gran cosa que las dos fuentes luminosas comparadas sean más ó ménos lucientes, es decir, que se comparen dos estrellas ó dos quinqués, dos nubes blancas ó dos papeles grises, siempre resulta casi la misma fraccion de intensidad luminosa como todavía perceptible, miéntras la luz no llegue á ser tan brillante que ofusque, ni tan apagada que no pueda diferenciarse suficientemente del fondo negro del ojo. En ningun caso se percibe, pues, la verdadera diferencia sino tan solo la proporcion de las intensidades de luz.

Si una llama tiene una intensidad luminosa como 100 y otra la tiene como 101, de modo que la segunda se ve aún más clara que la primera, no se verá ya tal diferencia entre dos llamas cuya intensidad luminosa sea de 1,000 y de 1,001, sino que será preciso aumentar la intensidad de la segunda hasta 1,010 para poderla distinguir. En el primer caso la verdadera diferencia es de 1 y en el segundo de 10; mas para la percepcion los dos casos son iguales, puesto que 1,000 es á 1,010 como 100 es á 101. Este hecho demuestra, pues, que cuando se llega al límite de distinguibilidad perceptiva, las diferencias mínimas tenidas por iguales, realmente no lo son, es decir, que lo que se llama lo más pequeño, puede ser de pequeñez diferente y hasta puede ser muy grande.

Nadie ignora lo difícil que es el oír en un ambiente ruidoso. Cuando en una tertulia animada muchas personas hablan al mismo tiempo en voz alta, v. gr., en una reunion de varios centenares de bolsistas de los que la mitad habla miéntras la otra mitad escucha, no importa gran cosa que diez ó veinte individuos se callen, miéntras que en una sociedad reducida su silencio se notaría inmediatamente. En la bolsa el ruido de las voces reunidas, á pesar del cambio de las personas que hablan, de los movimientos, de las palabras, permanece casi idéntico para el que escuche de arriba, de la galería. Los experimentos para medir la intensidad del sonido han demostrado, en efecto, que el oído no es muy delicado en distinguir diferencias. Dos sonidos homogéneos se distinguen certeramente como diferentes tan solo cuando el uno es por lo ménos una

cuarta parte más alto que el otro, sin que importe mucho la altura absoluta de los dos. Segun los experimentos de Preyer, el oído ejercitado que oye claramente el tictac de un reloj á la distancia de siete metros, no percibe que el reloj se le acerca hasta que la aproximacion alcanza casi un metro. En vez del tictac del reloj se ha utilizado para semejantes experimentos el choque de bolas sobre planchas metálicas, resultando igualmente que para diferenciar con certeza los choques, la relacion de las intensidades no podía ser ménos que de 3 á 4. El oído tampoco percibe la verdadera diferencia sino tan solo la relacion de la misma con la impresion sonora respectiva.

Mas exactamente ha sido investigado en este concepto el sentido de presion primero por Ernesto Enrique Weber y despues por G. T. Fechner, quien, para comprobar los resultados obtenidos por el primero, ha practicado y calculado más de 25,000 experimentos contando pesos. Quedó probado con toda la exactitud deseable que el sentido del tacto ó de presion dentro de ciertos límites distingue muy bien la relacion de dos pesos, pero no descubre la verdadera diferencia de los mismos. El que tenga en la mano un peso grande no notará que se le añade ó quita un peso pequeño, cuya adición á un peso pequeño inicial es muy perceptible. El valor límite de las diferencias todavía perceptivas, la constante diferencial, varía bastante segun lá manera de comprobar. Si se amontonan sobre el dorso de la mano diez piezas de peseta, pueden quitarse tres sin que se note un cambio en la sensacion de peso; pero si la pequeña pila se coloca sobre la frente, la sustraccion de una sola pieza se percibe como alivio. Es muy variable la sensibilidad de los diferentes puntos de la piel, pero siempre es exigua en comparacion con la sensibilidad *sompesativa*, cuyo límite para el hombre práctico puede fijarse en $\frac{1}{4}$. El que tenga en la mano 24 gramos, notará la diferencia, si se le añade 1 gramo; pero el que lleve 24 hectogramos en la mano, no distinguirá la adición ó sustraccion de 1 gramo, sino que se le habrán de quitar 100 gramos para que note la diferencia. El límite de lo distinguible se halla traspasado siempre que la relacion de la nueva impresion sensitiva con la que existe á la razon no alcanza cierto grado ó grandor. Cuando no existe aún otra sensacion que la del órgano en reposo, aquel grandor se llama *umbral* de la sensacion, mas cuando se trata de la diferencia todavía perceptible de la intensidad de dos sensaciones, se le designa con el nombre de *umbral diferencial*.

Es evidente que aún la práctica más continuada, el ejercicio más perseverante no llegará jamas á nivelar los dos umbrales de modo que fuere posible apreciar con los sentidos las diferencias de peso infinitesimales, éstas son accesibles solamente al ojo mental, son *ideas* absolutamente imperceptibles por

medio de los órganos, finísimos por cierto, pero no infinitamente sensibles, del cuerpo. No hay que esperar un perfeccionamiento de los instrumentos, v. gr., de la balanza, tal que resulte ponderable una cantidad infinitesimal. Lo infinitamente pequeño es un producto del entendimiento pensante y es aplicado á la naturaleza y á la sensacion, pero no existe en las mismas. Todas las claridades, todos los pesos, todos los ruidos, en fin, todas las sensaciones son de intensidad finita. Con las diferencias infinitamente pequeñas de las intensidades de sensibilidad pueden hacerse cálculos, podemos figurárnoslas, pero en la realidad efectiva no existen.

Podría creerse que el otro aspecto de la sensacion, su calidad, género, energía ó como quiera apellidarse ese algo indescriptible, puramente sensible, no fuese limitado como es la intensidad, sino al contrario susceptible de gradacion infinita con tal de poderse averiguar y fijar las circunstancias más favorables. En vista de la interminable variedad de la naturaleza podría efectivamente ocurrírsele á uno la idea que le corresponde una infinidad de clases de sensaciones y por ende de percepciones, estando limitados los grados de intensidad pero ilimitadas las clases de impresion. Los hechos no ratifican semejante opinion; tampoco son multiplicables hasta lo innumerable é inmedible los grados cualitativos de ningun sentido. En todos los terrenos puede fijarse tambien en este concepto un límite inferior, otro superior y otro diferencial, como ha sido averiguado ya con bastante exactitud en cuanto á los colores, los tonos y las temperaturas.

Los pocos colores simples de que se compone toda sensacion de luz, suponiendo igual intensidad ó claridad, se distinguen físicamente tan solo por la desigualdad de su rapidez vibratoria. El número de las vibraciones va aumentando desde el grupo rojo hasta el del azul, estando en medio el grupo de verde. Viendo desplegado el uno al lado del otro, en el arco iris artificial, ó sea el espectro, todos los colores simples con sus transiciones, no es posible conocer, sin detenido exámen, dónde termina la raya colora luminosa. Á beneficio de aparatos apropiados podemos hacer visible algo más en la luz oscura de los dos extremos del espectro donde las vibraciones son ménos rápidas y donde lo son más. Si interceptando todos los colores se recogen todos los rayos oscuros del extremo inferior concentrándolos sobre carbon en el vacío como hizo Tyndall, el carbon arde, y entónces, vibrando más rápidamente la luz superroja ántes invisible por falta de celeridad de sus vibraciones, se la ve por *calorescencia*. Y si en el extremo opuesto del espectro se hace atravesar á los rayos supermoraos, de celeridad vibratoria excesiva para ser vistos, por ciertos medios, v. gr., una disolucion de quinina, ántes de penetrar en el ojo, entónces vibrando más